

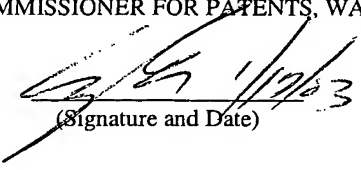
**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

APPLICANTS : Hwa-Young KANG et al.  
SERIAL NO. : Not yet assigned.  
FILED : January 17, 2003  
FOR : PHOTODIODE AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

**Certificate of Mailing Under 37 CFR 1.8**

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS, WASHINGTON, D.C. 20231 on January 17, 2003.

Steve S. Cha, Reg. No. 44,069  
Name of Registered Rep.)

  
(Signature and Date)

**PETITION FOR GRANT OF PRIORITY UNDER 35 USC 119**

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

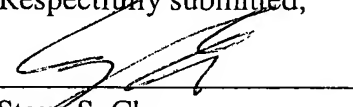
Dear Sir:

Applicant hereby petitions for grant of priority of the present Application on the basis of the following prior filed foreign Application:

<u>COUNTRY</u>	<u>SERIAL NO.</u>	<u>FILING DATE</u>
Republic of Korea	2002-8509	February 18, 2002

To perfect Applicant's claim to priority, a certified copy of the above listed prior filed Application is enclosed. Acknowledgment of Applicant's perfection of claim to priority is accordingly requested.

Respectfully submitted,

  
Steve S. Cha  
Attorney for Applicant  
Registration No. 44,069

CHA & REITER  
411 Hackensack Ave, 9<sup>th</sup> floor  
Hackensack, NJ 07601  
(201)518-5518

Date: January 17, 2003

# 대한민국 특허청

## KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0008509  
Application Number

출원 년 월 일 : 2002년 02월 18일  
Date of Application FEB 18, 2002

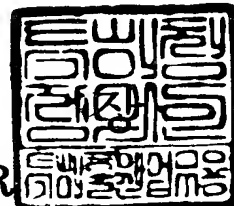
출원인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003    년    03    월    08    일

특    허    청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2002.02.18
【국제특허분류】	G02B
【발명의 명칭】	포토다이오드 및 그 제조방법
【발명의 영문명칭】	PHOTO-DIODE AND METHOD FOR FABRICATING THEREFOR
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	1999-006038-0
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강화영
【성명의 영문표기】	KANG,HWA YANG
【주민등록번호】	730409-2481411
【우편번호】	442-813
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 990-18번지 201호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이중기
【성명의 영문표기】	LEE,JUNG KEE
【주민등록번호】	620205-1408519
【우편번호】	441-704
【주소】	경기도 수원시 권선구 금곡동 LG빌리지 309동 1302호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 다 리인 주 (인)

**【수수료】**

【기본출원료】 15 면 29,000 원

【가산출원료】 0 면 0 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 8 항 365,000 원

【합계】 394,000 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】**

**【요약】**

가. 청구범위에 기재된 발명이 속한 기술분야

포토다이오드 및 그 제조방법에 관한 기술이다.

나. 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제

정전용량은 작게 하면서 수광 효율은 높게, 그리고 광섬유와의 결합 효율은 높게 구현하는 포토다이오드 및 그 제조방법을 제공한다.

다. 발명의 해결방법의 요지

활성영역의 에피택시층 표면을 볼록렌즈 구조를 갖도록 형성함으로써 표면적이 넓어져 2차원 평면에 정해진 활성영역에 비해 유효 수광면적을 넓힐 수 있고, 광신호 입력시 볼록렌즈 특성을 살려 집광 할 수 있다.

라. 발명의 중요한 용도

광통신용 광 수신 소자에 이용된다.

**【대표도】**

도 4

**【색인어】**

포토다이오드, 광결합효율, 집광, 마이크로렌즈

【명세서】

【발명의 명칭】

포토다이오드 및 그 제조방법{PHOTO-DIODE AND METHOD FOR FABRICATING THEREFOR}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 기술에 따른 포토다이오드 구조를 나타내는 단면도,

도 2는 종래 다른 기술에 따른 포토다이오드 구조를 나타내는 단면도,

도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 일 실시예에 따른 포토다이오드 형성과정을 나타내는 공정 단면도,

도 4는 본 발명에 따른 포토다이오드에서의 광신호 입력방향을 나타내는 도면.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<5> 본 발명은 광통신용 광 수신 소자에 이용되는 포토다이오드(Photo Diode) 및 그 제조방법에 관한 것이다.

<6> 최근 들어 광통신기술이 급속히 실생활에 적용되고 있고 이에 따라 고속, 저가의 광 송수신 모듈의 필요성이 크게 대두되고 있다.

<7> 포토다이오드는 광 송수신 모듈의 핵심 부품으로써 전송용량이 증가함에 따라 포토다이오드의 변조 속도도 증가되어야 한다. 따라서 포토다이오드의 변조속도를 증가시키

기 위해 소자의 변조속도를 결정하는 요소 중 하나인 칩의 정전용량을 줄여 주어야 한다. 이 경우 활성영역의 면적을 점점 더 줄여 주어야 한다. 그러나, 활성영역의 면적 감소와 비례하여 수광 면적도 줄어들게 된다. 수광 면적이 줄어들면 포토다이오드의 광전변환 효율이 저하될 뿐만 아니라 패키지 공정에서 광섬유와의 결합효율이 나빠지게 되어 후속 공정의 자유도가 감소하게 되므로 문제점이 발생한다. 따라서, 정전용량(capacitance)은 작게 하면서 수광 효율은 높게, 그리고 광섬유와의 결합 효율은 높게 구현하는 것이 필요하다.

- <8> 도 1 및 도 2는 일반적인 종래의 포토다이오드의 구조를 나타내는 단면도로써, 이를 참조하여 종래기술을 설명하면 다음과 같다.
- <9> 먼저, 도 1은 광유기전류를 형성하는 활성영역(9)이 평면구조를 갖는 것으로 기판(1)에 버퍼층(2), 광흡수층(3), 에피택시층(4)을 유기금속증착법(Metallo Organic Chemical Vapor Deposition)으로 차례로 형성한 다음 SiNx층(5)을 증착 및 패터닝한 후 이를 확산마스크로 이용하여 확산원을 활성영역을 형성할 위치에 증착하고 확산공정을 진행하여 평면접합(plane surface junction)을 형성한다. 이후, SiO<sub>2</sub>층(6), P전극(7), N전극(10)을 형성한다.
- <10> 그러나, 상기 종래기술은 광유기전류를 형성하는 활성영역(9)이 평면구조로 형성되고, 실제 사용에 있어 활성영역에 빛을 조사할 경우 확산 공정을 수행한 표면에서 빛을 조사시키는 표면조사방식(front side illumination)을 취하고 있어 활

성영역의 면적과 수광부의 면적이 동일하게 된다. 이에 따라, 포토다이오드의 변조속도를 증가시키기 위해 활성영역의 면적을 줄일 경우 이와 비례하여 수광 면적도 줄어들게 되고 상술한 바와 같은 광전변환 효율의 저하, 광섬유와의 결합효율 저하로 인한 후속 공정의 자유도 감소 등의 문제점이 따른다.

<11> 한편, 도 2는 상기 종래기술의 문제점을 개선하기 위해 활성영역(9)이 형성된 반대 표면의 기판(1)에 마리크로렌즈(8)를 형성시켜 빛이 활성영역(9)으로 입사되도록 하는 뒷면입사방식(back side illumination)을 취하고 있다.

<12> 그러나, 상술한 종래기술은 최종 칩의 두께와 같도록 웨이퍼를 갈아낸 다음 기판의 뒷면에 공정을 진행해야 하며, 칩의 앞, 뒷면 사이의 패턴을 오차 없이 정렬해야 하는 어려움이 따른다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<13> 따라서 본 발명의 목적은 정전용량은 작게 하면서 수광 면적 및 수광 효율을 증가시킬 수 있는 광수신 다이오드 및 그 제조방법을 제공함에 있다.

<14> 본 발명의 다른 목적은 얇은 웨이퍼의 뒷면 공정 및 웨이퍼의 앞/뒷면 사이의 패턴 정렬공정을 진행하지 않으면서 수광 효율을 증가시킬 수 있는 광수신 다이오드 및 그 제조방법을 제공함에 있다.

<15> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 포토다이오드는 기판; 상기 기판 위에 차례로 적층된 버퍼층 및 광 흡수층; 상기 광 흡수층 상부에 형성되고, 표면이 볼록렌즈 형태의 활성영역을 갖는 에피택시층; 활성영역 이외의



상기 에피택시층 상부에 형성된 절연층; 상기 절연층의 상부에 형성된 제 1금속전극; 및 상기 기판의 저면에 형성된 제 2금속전극을 구비하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

<16>       상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 포토다이오드 제조방법은 기판 위에 버퍼층, 광 흡수층, 에피택시층을 차례로 형성하는 단계; 활성영역의 상기 에피택시층을 선택적으로 식각하여 블록렌즈 형태로 형성하는 단계; 활성영역 이외의 상기 에피택시층 상부에 절연층을 형성하는 단계; 상기 절연층을 확산마스크로 이용한 확산 공정을 진행하여 상기 블록렌즈 형태로 형성된 활성영역에 확산층을 형성하는 단계; 상기 절연층의 일측 상부에 제 1금속전극을 형성하는 단계; 및 상기 기판의 저면에 제 2금속전극을 형성하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

<17>       바람직하게, 활성영역의 상기 에피택시층을 선택적으로 식각하여 블록렌즈 형태로 형성하는 단계는 상기 에피택시층 상부에 감광막을 도포한 다음, 노광 및 현상공정을 통해 활성영역 이외의 상기 에피택시층 상부에 감광막 마스크 패턴을 형성하는 단계; 렌즈형성용 식각용액에서 상기 에피택시층을 습식식각하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

<18>       바람직하게, 상기 에피택시층은 InP층인 것을 특징으로 한다.

<19>       더욱 바람직하게, 상기 렌즈형성용 식각용액은 브롬메탄올인 것을 특징으로 한다.

### 【발명의 구성 및 작용】

<20>       이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 첨부한 도면 도 3a 내지 도 3d 및 도 4를 참조하여 상세히 설명한다. 도면에서 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면

상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 참조번호 및 부호로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

<21> 먼저, 도 3a에 도시된 바와 같이 InP 기판(1) 위에 InP 버퍼층(2), InGaAs 광흡수층(3), InP 에피택시층(4)을 유기금속증착법(Metallo Organic Chemical Vapor Deposition)으로 차례로 형성한다. 이때, 버퍼층(2)은 기판(1)과 동일한 결정구조를 가지며 결함(defect), 오정렬(mismatch) 등이 적어 퀄리티(quality)면에서 향상된 것으로 상부의 광흡수층(3) 형성을 용이하게 한다.

<22> 이어서, 도 3b에 도시된 바와 같이 상기 전체구조 상부에 포토레지스트를 도포한 다음, 노광 및 현상공정을 통해 활성영역 이외의 상기 에피택시층(4) 상부에 감광막 마스크 패턴(20)을 형성한 후, 렌즈형성용 식각제인 브롬메탄을 용액에서 상기 InP 에피택시층(4)을 습식식각한다. 이때, 활성영역 중앙에 비해 감광막 패턴(20)이 존재하는 하부의 활성영역 가장자리에서 InP 에피택시층(4) 식각이 빠르게 진행되어 활성영역 표면이 볼록한 마이크로렌즈(8)가 형성된다. 이와 같이 활성영역 표면이 볼록렌즈 형태이므로 표면적이 넓어져 2차원 평면에 정해진 활성영역에 비해 유효 수광면적을 넓힐 수 있다. 또한, 도 4에 도시된 바와 같이 광신호 입력시 볼록렌즈 특성을 살려 집광 할 수 있다. 참고로, 화살표는 광신호 입력방향을 나타낸다.

<23> 계속해서, 도 3c에 도시된 바와 같이 상기 감광막패턴(20)을 제거하고, 일반적인 SiN(또는 SiO<sub>2</sub>) 증착, 마스크 및 식각공정을 통해 활성영역 이외의 상기 InP 에피택시층(4) 상부에 SiN 절연막(5)을 형성한다. 계속해서, Zn확산공정을 진행하여 상기 마이크

로 렌즈(micro-lens)에 확산층(13)을 형성한다. 이때, 상기 마이크로 렌즈(8)가 평탄한 평면이 아니므로 확산공정 특성을 고려하여 도시된 바와 같이 영역을 나누어 1차, 2차(경우에 따라서는 수 차례)에 걸친 확산 공정을 진행한다. 1차 확산공정에 의해 형성된 확산층의 깊이는 후속 확산공정을 진행하면서 깊어지므로 적절한 공정조건에서 마이크로 렌즈 전체에 걸쳐 균일한 확산층을 형성할 수 있다.

<24>        끝으로, 도 3d에 도시된 바와 같이 상기 절연층(5)의 일측 상부에 P-금속전극(7)을, InP 기판(1) 하부에 N-금속전극(10)을 형성한다.

<25>        한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

### 【발명의 효과】

<26>        상술한 바와 같이 본 발명은 활성영역 표면을 볼록렌즈 형태로 형성함으로써 2차원 평면에 정해진 활성영역에 비해 유효 수광 면적을 넓힐 수 있어 칩의 정전용량(capacitance)을 일정하게 유지하면서, 실제 수광 면적을 늘릴 수 있다.

<27>        또한, 입력 광신호가 퍼지거나 경로가 조금 틀어지더라도 볼록렌즈 특성을 살려 광 흡수층으로 집광 할 수 있으므로 광 결합효율을 향상시킬 수 있다.

<28> 또한, 웨이퍼의 한쪽 면에 활성영역과 렌즈를 함께 형성함으로써 공정이 단순해지고 앞/뒷면 사이의 패턴 정렬 공정이 필요 없어지는 장점이 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

기판;

상기 기판 위에 차례로 적층된 버퍼층 및 광 흡수층;

상기 광 흡수층 상부에 형성되고, 표면이 블록렌즈 형태의 활성영역을 갖는 에피택시층;

활성영역 이외의 상기 에피택시층 상부에 형성된 절연층;

상기 절연층의 상부에 형성된 제 1금속전극; 및

상기 기판의 저면에 형성된 제 2금속전극을 구비하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 포토다이오드.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서, 상기 에피택시층은 InP층인 것을 특징으로 하는 포토다이오드.

**【청구항 3】**

기판 위에 버퍼층, 광 흡수층, 에피택시층을 차례로 형성하는 단계;

활성영역의 상기 에피택시층을 선택적으로 식각하여 블록렌즈 형태로 형성하는 단계;

활성영역 이외의 상기 에피택시층 상부에 절연층을 형성하는 단계;

상기 절연층을 확산마스크로 이용한 확산공정을 진행하여 상기 블록렌즈 형태로 형성된 활성영역에 확산층을 형성하는 단계;

상기 절연층의 일측 상부에 제 1금속전극을 형성하는 단계; 및

상기 기판의 저면에 제 2금속전극을 형성하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 포토다이오드 제조방법.

#### 【청구항 4】

제 3항에 있어서, 활성영역의 상기 에피택시층을 선택적으로 식각하여 볼록렌즈 형태로 형성하는 단계는

상기 에피택시층 상부에 감광막을 도포한 다음, 노광 및 현상공정을 통해 활성영역 이외의 상기 에피택시층 상부에 감광막 마스크 패턴을 형성하는 단계;

렌즈형성용 식각용액에서 상기 에피택시층 습식식각하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 포토다이오드 제조방법.

#### 【청구항 5】

제 4항에 있어서, 상기 에피택시층은 InP층인 것을 특징으로 하는 포토다이오드 제조방법.

#### 【청구항 6】

제 5항에 있어서, 상기 렌즈형성용 식각용액은 브롬메탄올인 것을 특징으로 하는 포토다이오드 제조방법.

**【청구항 7】**

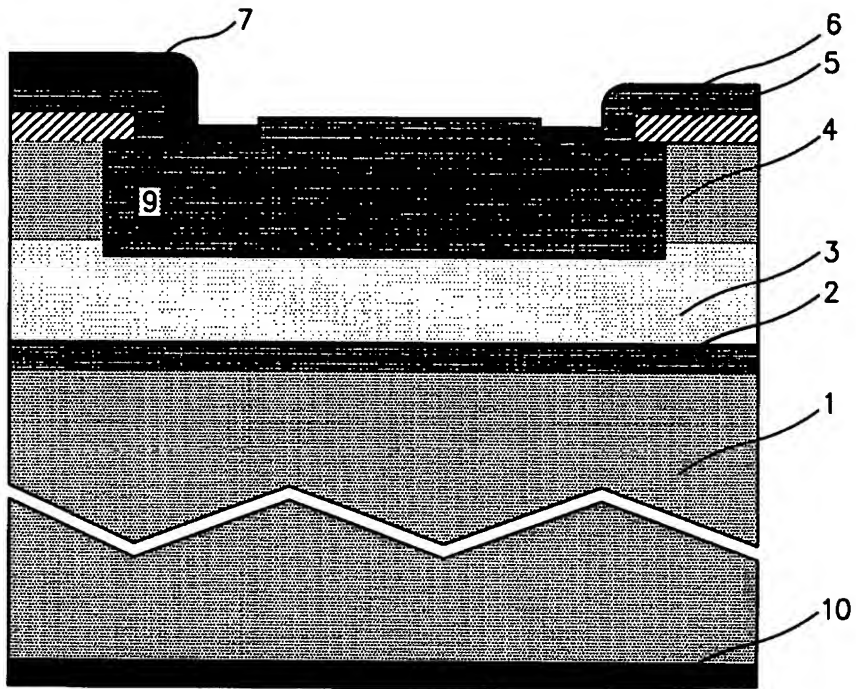
제 3항에 있어서, 상기 블록렌즈 형태로 형성된 활성영역에 확산층을 형성하는 단계는 확산영역을 나누어 2차레이상 진행되는 것을 특징으로 하는 포토다이오드 제조방법.

**【청구항 8】**

제 3항에 있어서, 상기 버퍼층, 광 흡수층, 에피택시층은 유기금속증착법으로 증착되는 것을 특징으로 하는 포토다이오드 제조방법.

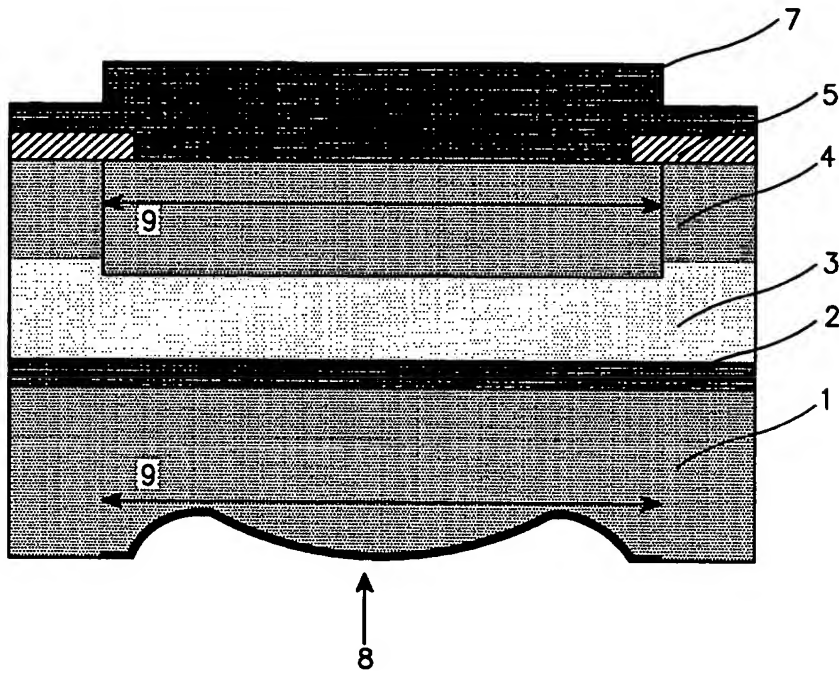
【도면】

【도 1】

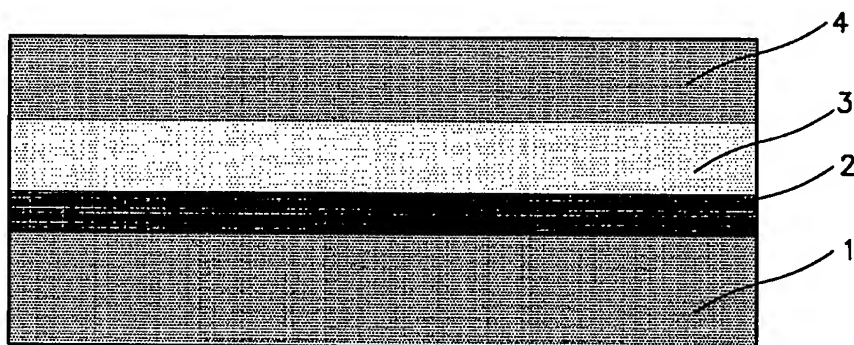




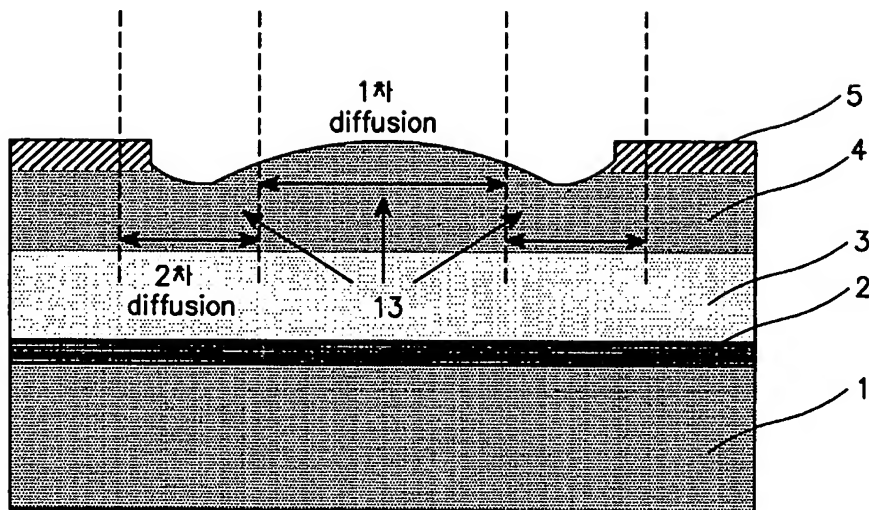
【도 2】



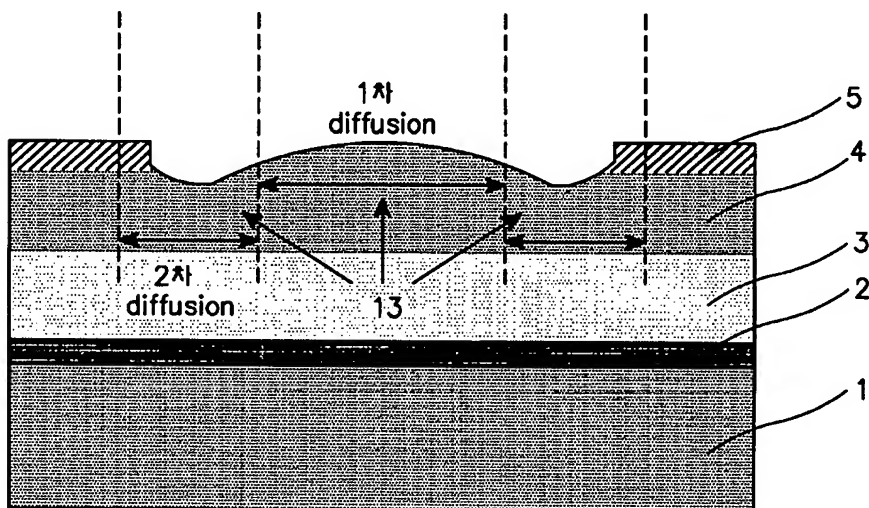
【도 3a】



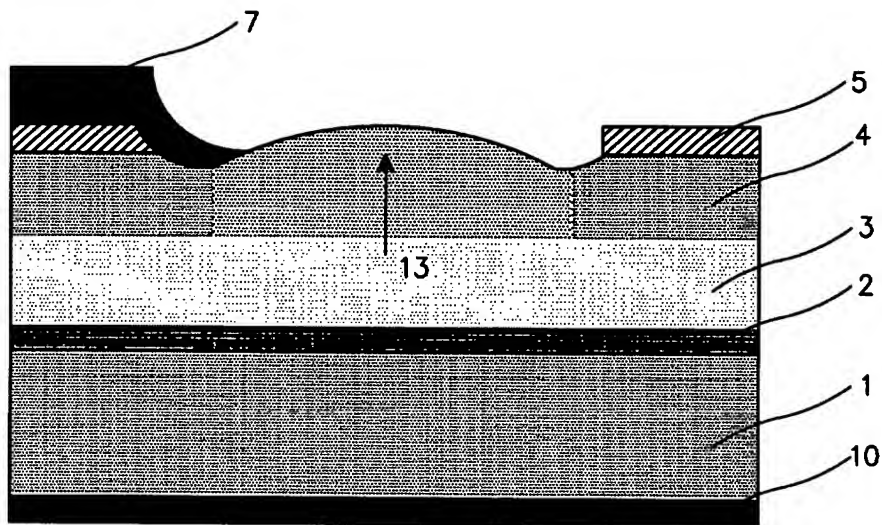
【도 3b】



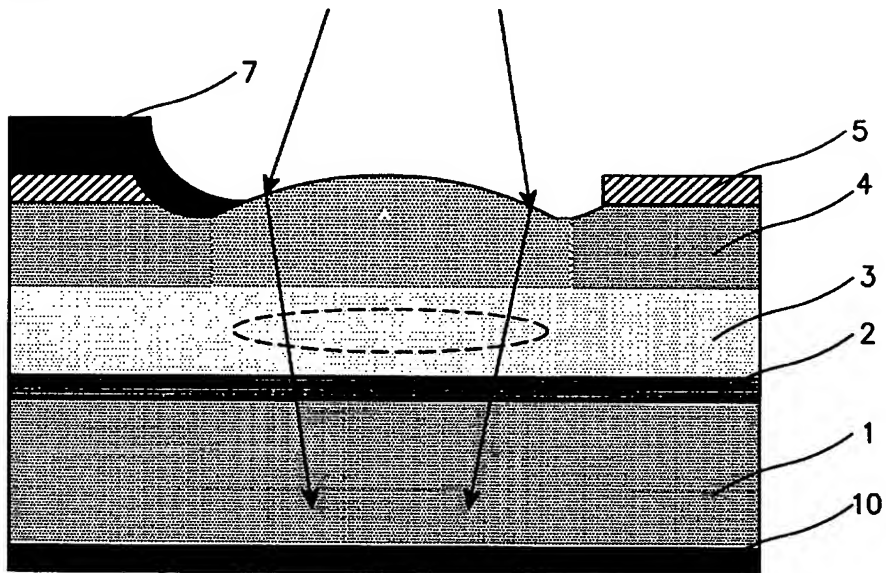
【도 3c】



【도 3d】



【도 4】



## 【서지사항】

【서류명】	서지사항 보정서
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.11.20
【제출인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【사건과의 관계】	출원인
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	1999-006038-0
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-2002-0008509
【출원일자】	2002.02.18
【심사청구일자】	2002.02.18
【발명의 명칭】	포토다이오드 및 그 제조방법
【제출원인】	
【접수번호】	1-1-02-0047655-81
【접수일자】	2002.02.18
【보정할 서류】	특허출원서
【보정할 사항】	
【보정대상항목】	발명자
【보정방법】	정정
【보정내용】	
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강화영
【성명의 영문표기】	KANG,Hwa Young
【주민등록번호】	730409-2481411
【우편번호】	442-813
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 990-18번지 201호
【국적】	KR



1020020008509

출력 일자: 2003/3/10

**【발명자】**

**【성명의 국문표기】**

이중기

**【성명의 영문표기】**

LEE, Jung Kee

**【주민등록번호】**

620205-1408519

**【우편번호】**

441-704

**【주소】**

경기도 수원시 권선구 금곡동 LG빌리지 309동 1302호

**【국적】**

KR

**【취지】**

특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조의 규정에 의하여 위와 같 이 제출합니다. 대리인  
이건주 (인)

**【수수료】**

**【보정료】**

0 원

**【기타 수수료】**

원

**【합계】**

0 원